

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI**

VINÍCIUS RAIMUNDI ANDRADE

**DIFERENTES PROCESSAMENTOS DA SOJA NA DIETA DE VACAS F1,
EM PASTAGEM DE CAPIM-BRAQUIÁRIA**

**DIAMANTINA - MG
2011**

VINÍCIUS RAIMUNDI ANDRADE

**DIFERENTES PROCESSAMENTOS DA SOJA NA DIETA DE VACAS F1, EM
PASTAGEM DE CAPIM-BRAQUIÁRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Severino Delmar Junqueira Villela

DIAMANTINA - MG
2011

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa CRB6 2641

A553d 2011	<p>Andrade, Vinícius Raimundi Diferentes processamentos da soja na dieta de vacas F1, em pastagem de capim-braquiária. / Vinícius Raimundi Andrade. – Diamantina: UFVJM, 2011. 43p. Dissertação (Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>Orientador: Prof. Severino Delmar Junqueira Villela</p> <p>1. Alimentos alternativos 2. Composição do leite 3. Consumo 4. Produção de leite I. Título</p>
---------------	--

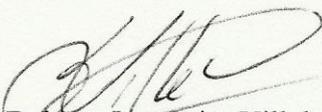
CDD 636.08842

Vinícius Raimundi Andrade

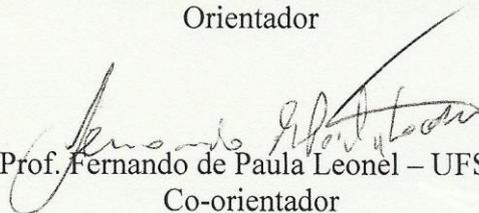
**DIFERENTES PROCESSAMENTOS DA SOJA NA DIETA DE VACAS F1, EM
PASTAGEM DE CAPIM-BRAQUIÁRIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

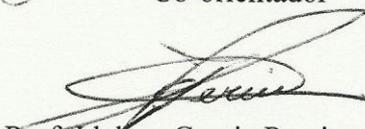
APROVADA em 29/04/2011



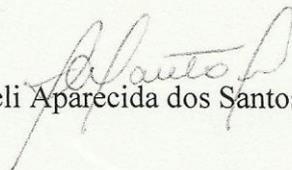
Prof. Severino Delmar Junqueira Villela – UFVJM
Orientador



Prof. Fernando de Paula Leonel – UFSJ
Co-orientador



Prof. Idalmo Garcia Pereira – UFMG



Prof. Roseli Aparecida dos Santos – UFVJM

DEDICATÓRIA

Dedico à minha família
aos meus pais, Bráulio e Silvana
à Marina
e aos amigos que me acompanharam nessa jornada

AGRADECIMENTO

Agradeço à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, e ao Departamento de Zootecnia- DZO, pela oportunidade desde a graduação até esse momento tão marcante. Universidade esta, que vou com orgulho carregar o nome junto ao meu peito por toda minha vida.

Agradeço à Universidade Federal de São João Del-Rei e à EPAMIG, que possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho em seus domínios.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Risoleta Neves – EPAMIG que tanto ajudaram e principalmente pela amizade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, sem a qual essa etapa não estaria concluída.

À minha família, sempre presente e dando força e apoio para continuar, mesmo com certas discussões, as quais no momento achei desnecessárias, mas que com o passar do tempo percebi o quanto me fizeram crescer.

Aos meus pais, Bráulio e Silvana pelo apoio e incentivo dedicados durante toda a minha vida, fazendo sempre o possível para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos, Fabrício e Melina pelo carinho, amizade e companheirismo.

Aos meus avós maternos, Geraldo “Nelito” e Maria Alice e paternos, Antônio e Terezinha “Teré” pelo carinho, incentivo, amizade em todos os momentos.

Aos meus tios e tias, sempre presentes em minha vida, Tia Tiça, Tio Kaká, Tio Kemper, Tio Marcus, Tia Nilda e Tio Neco, que fisicamente não está mais entre nós, mas permanece vivo em meu coração (*always*).

Marina, sem sua paciência, carinho e amor, mesmo que estando a uma distância considerável com certeza não teria chegado até aqui.

A todos meus amigos, os presentes e os que por algum motivo não possam estar presente para comemorarmos este momento.

Ao meu Co-Orientador Professor Fernando de Paula Leonel, que me aturou em São João del Rei, sendo uma das principais pessoas que tornaram possível o desenvolvimento deste trabalho, principalmente pela amizade.

A todos os meus estagiários, alunos da Universidade Federal de São João del Rei, ao qual sem a ajuda deles esse trabalho não seria possível.

A todos os meus professores, tanto os da graduação quanto os da pós-graduação, aos quais devo todos os meus conhecimentos e sem os quais não seria possível a realização desta conquista.

A todos os amigos e colegas da pós-graduação que de alguma forma me ajudaram, em especial à Patrícia e a Natália.

À secretaria da pós-graduação, principalmente à Adriana, que fez o possível e o impossível para ajudar a todos os mestrandos.

Ao Professor Severino Delmar Junqueira Villela pelo exemplo de profissional, pela orientação e, sobretudo pela amizade.

A todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

VINÍCIUS RAIMUNDI ANDRADE, filho de Bráulio Andrade Neto e Silvana Santos Raimundi Andrade, nasceu no município de Ponte Nova/MG aos 28 de agosto de 1983. Graduou-se aos 24 anos Zootecnista, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. Foi admitido em janeiro de 2009 no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em Nível de Mestrado, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Submeteu-se a defesa de dissertação do dia 29 de abril de 2011, para a obtenção do título de Mestre.

RESUMO

ANDRADE, Vinícius Raimundi. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, abril de 2011. 43p. **Diferentes processamentos da soja na dieta de vacas F1, em pastagem de capim-braquiária.** Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela. Co-Orientador: Fernando de Paula Leonel. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, bem como a produção e composição do leite de vacas mestiças (Holandês x Gir) mantidas a pasto e suplementadas com cana e concentrado (28% de PB). Foram utilizadas cinco vacas com 150 ± 14 dias de lactação e produção média de $7,1 \pm 2,1$ kg/dia de leite, distribuídas no delineamento em quadrado latino 5 x 5. Os tratamentos foram constituídos por dietas contendo soja que passou por diferentes processamentos e soja grão *in natura* sendo que, todos os animais receberam de forma casualizada, um dos seguintes tratamentos: concentrado a base de farelo de soja (FS); concentrado a base de grão de soja (SGC); concentrado a base de grão de soja triturado (STC); concentrado a base de grão de soja tostado (SGT) e concentrado a base de grão de soja triturado e tostado (STT). Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHO) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados pela dieta, entretanto o consumo de extrato etéreo (EE) foi superior para os animais que receberam dietas com inclusão de soja em relação aos que receberam farelo de soja. As digestibilidades da MS, MO, FDN, PB e EE não diferiram, enquanto que a digestibilidade dos CHO foi alterada em função da dieta. A produção de leite corrigida diferiu entre as dietas, sendo que o tratamento com SGC foi o que propiciou a menor produção de leite em relação aos demais tratamentos que não diferiram entre si. A composição do leite não variou independente da forma de utilização da soja. Conclui-se, portanto, que o farelo de soja pode ser substituído pela soja grão triturada ou pela soja tostada, triturada ou não em dietas de vacas de baixa produção em pastagem de *Brachiaria decumbens* sem que haja prejuízo na produção e composição do leite. Assim, recomenda-se o uso destas matérias primas alternativas sempre que sua inclusão representar menor custo da dieta.

Palavras-chave: alimentos alternativos, composição do leite, consumo, produção de leite

ABSTRACT

ANDRADE, Vinícius Raimundi. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, april 2011. 43p. **Different processing of soybean in the diet of dairy cows F1 grazing signal grass**. Adviser: Severino Delmar Junqueira Villela. Committee members: Fernando de Paula Leonel. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The objective of this work was to evaluate the intake and digestibility of nutrients, as well as production and milk composition of crossbred cows (Holstein x Zebu) kept on pasture and supplemented with sugarcane and concentrated (28% CP). Five cows with 150 ± 14 days of lactation and average production of $7,1 \pm 2,1$ kg/day of milk were assigned in a Latin Square 5×5 . The treatments were constituted of a diet control composed of soybean treated under different processing's and soya bean *in natura*, and all the animals received, in a casualized way, one of the following treatments: concentrated based on soybean meal (FS); concentrated based on raw soybean (SGC); concentrated based on raw ground soybean (STC); concentrated based on roasted soybean (SGT); and concentrate based on roasted soybean ground (STT). The intake of dry matter (MS), organic matter (MO), crude protein (PB) neutral detergent fiber (FDN), total carbohydrates (CHO) and total digestible nutrients (NDT) were not influenced by diet, however the intake of ether extract (EE) was higher for animals fed with diets with soybean added compared with those fed with soybean meal. The digestibility of MS, MO, FDN, PB and EE did not differ, whereas the digestibility of CHO was changed due to the diet. The corrected milk production differed between treatments, and treatment with raw soybean had the lowest milk production in relation to the other treatments that did not differ among themselves. Milk composition did not vary independently of the type of soybeans used. It is concluded therefore that the soybean meal can be replaced by soya bean crushed or by the roasted soybean, ground or not in diets of cows with low production in *Brachiaria decumbens* pastures with no loss in milk's production and composition. Therefore, it is recommended the use of these alternative feeds whenever they present a lower market price.

Keywords: alternative feeds, intake, milk composition, milk production

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Sistema de produção de leite	13
2.2. Produção de leite a pasto	14
2.3. Uso de indicador na nutrição animal	15
2.3.1. Indicadores	16
2.3.1.1. Óxido crômico	17
2.3.1.2. Fibras indigestíveis	17
2.4. Soja	18
2.5. Referências bibliográficas	21
3. ARTIGO	25
3.1 DIFERENTES PROCESSAMENTOS DA SOJA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS F1, EM PASTAGEM DE CAPIM-BRAQUIÁRIA (<i>Brachiaria decumbens</i>)	
Resumo	25
Abstract	26
Introdução	27
Material e Métodos	28
Resultados e Discussão	34
Conclusão	39
Referências Bibliográficas	40
4. CONCLUSÕES GERAIS	43

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de leite está entre as maiores vocações do agronegócio brasileiro. Com o maior rebanho bovino comercial do mundo, o Brasil figura no sexto lugar em produção leiteira mundial e tem grande potencial para expansão nesta área. Apresenta uma produtividade média baixa, cerca de 1.260 litros/vaca/ano, correspondente à aproximadamente 4,70 litros/vaca/dia (IBGE, 2008). No entanto, para se firmar no mercado internacional, é necessário produzir leite de alta qualidade e a baixo custo.

A produção de leite é dependente do consumo de energia e proteína metabolizáveis, os quais são influenciados pela qualidade da forragem e interação da forragem com a população microbiana do rúmen, e por fatores relacionados aos animais e a outros nutrientes da dieta (ALLEN, 1996).

As forragens tropicais são altamente produtivas, entretanto, podem apresentar baixa digestibilidade e baixo teor de proteína e, mesmo na estação de crescimento, não fornecem nutrientes suficientes para altas produções de leite e elevadas taxas de ganho de peso. Neste sentido, a suplementação é uma alternativa eficiente para a melhoria da produção animal. Entretanto, para tomada de decisão quanto ao tipo de suplementação, deve-se considerar a época do ano, o nível de produção, os custos e os alimentos disponíveis.

A utilização de suplementos concentrados tem por objetivo aumentar o consumo total de energia e incrementar o desempenho animal. Os suplementos devem, portanto, fornecer os nutrientes que não podem ser obtidos em quantidade suficiente no pasto. Contudo, sua utilização em excesso, pode deprimir o consumo de forragem sem que ocorram vantagens no consumo total de nutrientes.

Na definição de um plano de alimentação para vacas leiteiras, é importante considerar além dos volumosos, os concentrados. Dentre os alimentos protéicos de origem vegetal, como fonte alternativa de proteína e energia, destaca-se a soja, considerada uma das sementes oleaginosas mais ricas e disponíveis no mundo (BUTOLO, 2002). A soja é mais utilizada na alimentação de bovinos na forma de farelo, entretanto, tem-se observado maior utilização do grão como fonte alternativa de suplementação proteica. Em razão do conteúdo de gordura no grão, seu uso como componente de dietas para bovinos difundiu-se rapidamente (TICE et al., 1993).

A substituição do farelo de soja pelo grão pode promover incremento no teor de gordura e na produção de leite (Vilela et al., 2003), oferecendo vantagem econômica em relação aos suplementos formulados com o farelo (Albro, 1993, citado por Paulino et al.,

2006), uma vez que possui menor preço de mercado. Todavia, de acordo com Faldet & Satter (1991), a proteína encontrada no grão de soja é facilmente degradada pelos micro-organismos do rúmen e pode ser facilmente eliminada.

Para diminuir a degradabilidade ruminal da soja, têm surgido vários métodos de processamento da soja integral, entre eles, a tostagem do grão, que consiste em um tratamento térmico com intuito de aumentar a proteína não degradável no rúmen (PNDR). Assim, eleva-se o fluxo de proteína para o trato posterior, aumentando a eficiência de utilização da proteína da soja.

Carvalho & Mühlbach (2002) estudaram o efeito da tostagem do grão de soja em substituição à soja grão crua, farelo de soja e concentrado comercial e observaram que a menor degradabilidade da proteína no rúmen foi obtida com a soja grão tostada, promovendo um maior aporte de proteína para o intestino delgado. Entretanto, a exposição do grão de soja a uma temperatura mais elevada ou a um maior tempo de tratamento térmico pode levar a uma demasiada proteção da proteína (reação de Maillard), tornando-a indisponível, reduzindo assim, o aproveitamento do alimento pelo animal.

Neste contexto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar o efeito dos diferentes processamentos da soja sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca, a produção e a composição do leite de vacas mestiças (Holandês-Gir) mantidas em pastejo contínuo de *Brachiaria decumbens*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistema de produção de leite

O principal objetivo com um sistema de produção de leite é harmonizar a produção econômica de leite de alta qualidade com o mínimo de impactos negativos sobre a saúde animal e o meio ambiente. Isto significa aperfeiçoar o uso dos recursos disponíveis para maximizar o lucro dentro de um sistema. Dentro desse conceito não existe um sistema ideal de produção para todas as situações. A escolha do sistema mais adequado estará condicionada à disponibilidade dos fatores terra, capital e mão de obra.

Os sistemas de produção de leite são caracterizados, principalmente pelo grau de intensificação, níveis tecnológicos, base alimentar, insumos, capacitação da mão-de-obra, assistência técnica e forma de exploração (DURÁN, 1999).

Segundo Satter & Reis (1997), a escolha do sistema de produção mais adequado deve levar em consideração os fatores que influenciam na produção de leite em pastagens ou em confinamento. Favorecem os sistemas baseados em pastagens, a estação de pastejo longa (superior a seis meses), condições ótimas para o crescimento da forragem durante a estação de pastejo, preços de leite baixo, baixo potencial genético para produção de leite, preços de grãos elevados, rebanhos de pequeno porte, clima relativamente úmido, baixa disponibilidade de capital e terras baratas ou de baixa fertilidade.

A pastagem é normalmente a forma mais econômica e prática de alimentar ruminantes, em virtude da simbiose desses animais com micro-organismos capazes de degradar alimentos fibrosos. Portanto, o uso de pastagens pode reduzir o custo de produção do leite pela redução do custo de alimentação de vacas leiteiras, pois representa mais de 50% do custo de produção, e, conseqüentemente, aumenta o retorno líquido por vaca.

Em geral os sistemas de produção de leite em pastagem apresentam receita menor que os sistemas confinados e menores produções individuais (FONTANELI, 2001). No entanto, no que diz respeito aos aspectos econômicos, o indicador margem bruta dos sistemas em pastagem, geralmente é superior. A diferença está relacionada com a utilização da mão-de-obra, concentrados, fertilizantes, máquinas, equipamentos e combustíveis (FONTANELI & FONTANELI, 2000). Nos Estados Unidos da América, Fontaneli et al. (2005) demonstraram que os sistemas de produção em pastagem começam a apresentar algumas vantagens em relação aos confinados como um menor custo na aquisição de máquinas, instalações e uma possível superior margem de lucro. Staples et al. (1994) também evidenciaram aspectos como

menores gastos com concentrados, equipamentos, construções que potencialmente podem aumentar a receita líquida por vaca, uma melhor saúde animal e taxa de descarte menores.

A rentabilidade dos sistemas de produção de leite, baseados em pastagens, depende da maximização do consumo de forragem por animal e da otimização de seus nutrientes (PRATES et al., 1999; FONTANELI, 2001; VILELA, 2004; FONTANELI, 2005; GOMES, 2005).

2.2. Produção de leite a pasto

No Brasil, existem condições mais favoráveis à escolha do sistema de produção de leite a pasto, contudo, devem-se sempre avaliar as suas potencialidades e limitações. Como limitações, podemos citar a necessidade de maior área, a produção sazonal, a dificuldade de um fornecimento contínuo de forragem, a variação diária na qualidade e quantidade pastejada, o dispêndio energético de locomoção e pastejo, a disponibilidade permanente de água e sombra, a dependência do clima, a dificuldade de ajustar a lotação, o desconhecimento de rodízio ideal de piquetes, a dificuldade de manter condição corporal, a fertilidade e a subutilização do potencial genético do animal.

As pastagens predominantes no Brasil são tipicamente de clima tropical, sendo as cultivares do gênero *Brachiaria* as maiores representantes. Apresentam elevada capacidade produtiva, o que possibilita a obtenção de grandes produções animais nestas condições, entretanto tal produtividade é dependente da estacionalidade de produção. Esta estacionalidade da forrageira é resultante da existência de duas estações climáticas bem definidas (chuvas e seca). Na época das chuvas, as condições climáticas são, geralmente, favoráveis ao crescimento das espécies forrageiras, enquanto que durante a seca, os fatores climáticos são adversos ao crescimento dessas espécies. A reduzida precipitação, baixa temperatura e redução de luminosidade são consideradas os principais elementos limitantes para o crescimento e desenvolvimento de forrageiras no período de inverno. Heinemann et al. (2005) demonstraram que a produção de forragem dos cultivares Mombaça (*Panicum maximum*) e Marandu (*Brachiaria brizantha*) no estado de Goiás, durante a época da seca, correspondeu somente de 8,0 a 9,0% da produção anual, evidenciando a discrepância de produtividade entre as duas estações bem definidas.

O baixo rendimento forrageiro no período da seca é uma das principais causas do baixo desempenho do rebanho criado a pasto. Os efeitos negativos da estacionalidade na produção de forragem e na produção animal são frequentemente amenizados com o uso de

concentrados e suplementação volumosa durante o período da seca, portanto é importante o estudo destas limitações no intuito de gerar informações capazes de minimizá-las.

Moore & Mott (1973), citados por Corsi et al. (1990), mostraram que forragens tropicais e temperadas possuem o mesmo potencial para produção animal quando medidas em termos de produção de leite ou ganho de peso/ha. No entanto, segundo Corsi et al. (1990), a capacidade produtiva no Brasil tem sido pouco explorada, pois as médias obtidas de 360 kg de leite/ha/ano e 50 kg de carne/ha/ano são muito baixas.

Segundo Paulino et al. (2002), a base para o sucesso envolve a necessidade de restabelecer o balanço e superar deficiências possíveis de nutrientes dentro do sistema. Nesse sentido busca-se sempre o maior desempenho animal e para isto tem-se em mente que a utilização da suplementação visa suprir as deficiências das pastagens e sua eficácia depende do potencial de produção animal, da qualidade da pastagem e suplemento utilizados.

2.3. Uso de indicador na nutrição animal

Para uma avaliação completa do valor nutritivo dos alimentos os efeitos dos processos de consumo, digestão, absorção e metabolismo animal devem ser considerados, além da sua composição química. A digestibilidade e o consumo são dois dos principais componentes que determinam a qualidade de um alimento. Assim, as estimativas de digestibilidade têm grande valor prático para a alimentação animal, tendo em vista que a digestão incompleta normalmente representa a maior perda no processo da utilização da energia consumida.

Na determinação da digestibilidade de alimentos volumosos e concentrados, várias técnicas podem ser utilizadas. A técnica de determinação de digestibilidade pelo método de indicadores (externos ou internos) foi desenvolvida em função do inconveniente de se coletar o total de fezes excretado, sendo de grande utilidade na avaliação de forragens, especialmente para animais em sistemas de pastejo.

Do total de 169,8 milhões de bovinos criados no Brasil em 2008, 96,72% foram produzidos a pasto (ANUALPEC, 2008). O consumo a pasto é muito difícil de ser determinado de forma direta, sendo necessário o uso de técnicas que possibilitem estimar o consumo pelos animais neste sistema. Vários são os tipos de indicadores utilizados em experimentos de avaliação de digestibilidade e consumo, mas a medição do consumo de animais a pasto continua sendo um dos maiores desafios.

A técnica de utilização de indicadores (internos e externos) para avaliação da digestibilidade de nutrientes é utilizada há décadas. Era inicialmente utilizada com a

finalidade de facilitar a determinação da produção fecal, realizada mediante a coleta total, procedimento bastante trabalhoso, feito com sacolas que, na maioria das vezes, provocam quedas significativas de consumo. A digestibilidade determinada pelo método de indicadores não requer o manuseio de grandes quantidades de material, pois para o cálculo de produção fecal leva-se em consideração a quantidade do indicador fornecido ao animal e a sua concentração nas fezes ($\text{Prod. Fecal (g/dia)} = \text{g de indicador ingerido} / \text{concentração indicador nas fezes}$) após um período de adaptação prévio.

A maior dificuldade em se estimar a digestibilidade da dieta de um animal é recolher uma amostra representativa do que o animal seleciona e ingere. Várias são as formas utilizadas para estimar tal ingestão. Alguns pesquisadores frequentemente utilizam o pastejo simulado, que consiste em cortar, manualmente o pasto, simulando o animal. Animais fistulados no esôfago também têm sido utilizados durante anos, porém, as fístulas são de difícil preparo, exigem manutenção constante e, além disso, são questionadas quanto à recuperação incompleta do material ingerido e pela contaminação com saliva (Coates et al., 1987). Comparando o método com indicadores, Macoon et al. (2003) concluíram que funciona em sistemas intensivos de curta duração e pastejo rotacionado. Em ambos os casos mencionados, a digestibilidade das amostras colhidas é feita por meio da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica ou pelo uso de marcador interno e se calcula a digestibilidade pela relação entre a sua concentração no pasto (Mc) e nas fezes (Mf).

$$D (\%) = 100 - (100Mc/Mf)$$

O uso de indicadores em experimentos de digestibilidade representou uma peça chave no avanço do entendimento do processo digestivo, sendo útil no desenvolvimento de conceitos e elucidando os fatores relacionados ao alimento e ao animal, envolvidos na limitação do consumo voluntário (SMITH, 1989).

2.3.1. Indicadores

Por definição, indicadores são compostos de referência utilizados para monitorar aspectos químicos (como hidrólise e síntese de compostos) e físicos da digestão (como taxa de passagem) (Owens e Hanson, 1992), promovendo estimativas quantitativas ou qualitativas da fisiologia animal (SALIBA, 1998). São rotineiramente usados para estimar o fluxo da digesta, digestibilidade e a produção fecal em diversas espécies animais.

Inúmeros compostos já foram estudados e sugeridos como indicadores de digestibilidade. Para ser utilizado como indicador o material deve apresentar algumas características como: ser inerte e não tóxico, não apresentar função fisiológica, não ser absorvido ou metabolizado, misturar-se bem ao alimento, não influenciar secreções intestinais, absorção ou motilidade, não influenciar a microflora do trato digestivo, possuir método específico e sensível de determinação e ser barato.

Owens e Hanson (1992) afirmam que nenhum indicador atende todos os critérios, mas o grau tolerável de erro difere de acordo com a variável a ser medida. Os mesmos autores comentam que não há indicador ideal para ser utilizado em diversos fins, cabendo a cada pesquisador a responsabilidade de escolha do indicador mais adequado à sua situação.

2.3.1.1 Óxido crômico

Como indicador, o óxido crômico (Cr_2O_3) foi proposto em 1918 em estudo com vacas leiteiras e desde então, este composto vem sendo extensivamente utilizado como indicador externo em ensaios de digestibilidade. Pode ser utilizado em sua forma radioativa ou não e apresenta como características coloração verde escura, insolubilidade quase que total em água, álcool e acetona, mas ligeiramente solúvel em ácidos e álcalis. Em estudos com ruminantes, o óxido crômico pode ser ministrado através de cápsulas de gelatina, impregnado em papel filtro ou na forma de peletes, sendo seu fornecimento uma ou duas vezes ao dia (1 a 15g/dia). Normalmente a concentração de óxido crômico nas fezes alcança o seu equilíbrio em aproximadamente oito dias após o início de seu fornecimento.

O óxido crômico apresenta algumas vantagens como: preço baixo, incorpora-se facilmente às dietas, sua análise é de relativa facilidade. Entretanto apresenta algumas limitações como: baixa recuperação fecal, variação diurna de sua secreção nas fezes, além disso, alguns trabalhos mostram que o óxido crômico possui uma passagem mais rápida pelo trato digestivo (Van Soest, 1994) e a propriedade carcinogênica (PEDDIE et al., 1982).

2.3.1.2 Fibra indigestível

Dentre os indicadores internos, a fibra indigestível, tanto em detergente neutro (FDNi) quanto em detergente ácido (FDAi), obtidas após 144 horas de incubação *in vitro* ou *in situ* (Berchielli et al., 1996) vêm sendo empregadas em estudos com animais em pastejo (Penning e Johnson, 1983), por apresentarem resultados semelhantes aos obtidos com a coleta total de

fezes (BERCHIELLI et al., 2000). Detmann et al. (2001) avaliaram o óxido crômico e diversos indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços. A FDNi juntamente com a matéria seca indigestível (MSi) não diferiram entre si nos resultados de consumo de matéria seca, sendo recomendados para estudos com animais em pastejo, entretanto, a FDAi mostrou resultados variáveis entre tratamentos, sendo em média superior à MSi e FDNi e inferior à digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Os autores justificaram este fato em função da metodologia de análise da FDAi, obtida pelo método sequencial, que possibilitaria o acúmulo de erros por ser o último passo do procedimento e salientam que resultados mais satisfatórios poderão ser obtidos pela análise direta do resíduo incubado por 144 horas. Da mesma forma, ao avaliarem a recuperação completa de indicadores internos (FDNi, FDAi e MSi) em ensaios de digestibilidade em ovinos, Detmann et al. (2007) observaram que a FDNi e a MSi apresentaram recuperação fecal total, mostrando-se acurados para aplicação em ensaios de digestão com ruminantes, entretanto, a FDAi mostrou-se sensível à erros advindos de procedimentos analíticos, o que reduz sua acurácia como indicador.

Na avaliação da digestibilidade aparente de gramíneas do gênero *Cynodon*, Ítavo et al. (2002) empregou a FDNi e a FDAi como indicadores internos para medir a produção fecal e verificou diferenças significativas nos resultados entre estes indicadores, sendo que a FDAi apresentou maior estabilidade. Já Lippke et al. (1986) afirmam que a FDNi pode ser determinada com boa precisão e tem potencial como indicador para volumosos. Para estes autores, boa parte da variabilidade dos resultados obtidos com indicadores internos indigestíveis pode ser atribuída à falta de padronização no método de determinação. De acordo com Albertini et al. (2005) mais estudos são necessários com relação ao tempo de incubação, tipo de sacos, sua porosidade e incubação *in vitro* e *in situ*, Fatores estes que interferem diretamente nos resultados de experimentos utilizando esta modalidade de indicadores.

2.4. Soja

Entre os produtos agrícolas que, na atualidade, alimentam o mundo, a soja vem ocupando uma posição de grande destaque e expansão. No Brasil, existem cerca de 22 milhões de hectares plantados com uma produção por volta dos 65 milhões de toneladas/ano, sendo 28 milhões de toneladas destinadas à exportação (USDA, 2010). A região centro-oeste é responsável por quase 60% da produção, em contrapartida, a região sudeste participa

somente com 7% deste total, sendo o estado de Minas Gerais responsável por pouco mais de 900 mil hectares possuindo uma produção anual de 2.750 mil toneladas (IBGE, 2009).

A exportação Brasileira de soja, até meados da década de 70 era predominante na forma de grãos, entretanto, atualmente parte deste produto é processada pela indústria nacional, dando origem a dois produtos principais o farelo de soja (75%) e o óleo (25%). O farelo é em quase sua totalidade exportado (em torno de $\frac{3}{4}$) para os grandes consumidores mundiais, entre os quais se destacam os países da União Europeia, Japão e os países da antiga União Soviética, o que torna o Brasil o maior exportador mundial de farelo de soja. Já o óleo é praticamente consumido pelo mercado interno.

O grão de soja integral contém em torno de 39% de proteína bruta e 19% de extrato etéreo na matéria seca, o que o caracteriza como um alimento de alta concentração proteica e energética (NRC, 2001; CQBAL, 2010).

O uso do grão de soja na alimentação de vacas lactantes pode aumentar a densidade energética da ração sem comprometer a proporção de forragens da dieta. Além do que ambas a quantidade e a qualidade da proteína contida no grão de soja são favoráveis para a inclusão na dieta destes animais (KNAPP et al., 1991).

Similar ao o caroço de algodão, o grão de soja pode ser fornecido na alimentação animal na sua forma *in natura* ou ser submetido às diferentes formas de tratamento, sendo a tostagem e a extrusão os mais utilizados. O tratamento térmico do grão de soja busca, entre outros, diminuir a fração de proteína degradada no rúmen, com isso, aumenta a quantidade de proteína e aminoácidos que escapam para o intestino (FALDET & SATTER, 1991).

O grão de soja cru vem sendo usado como alternativa proteica na alimentação de ruminantes, contudo, tal alimento apresenta alta taxa de degradação no rúmen, o que resulta em eventual perda nitrogenada pela urina e sobrecarga hepática, podendo, inclusive, prejudicar o desempenho reprodutivo de vacas em lactação. Além disso, estudos recentes demonstram que a inativação no rúmen, dos fatores anti-nutricionais presentes na soja crua não é totalmente eficiente, acarretando em diminuição da digestão intestinal da fração que escapa da degradação no rúmen (CARVALHO, 2001). Quando moído e incorporado na ração concentrada sem prévio tratamento térmico o grão de soja libera uma enzima denominada urease que em contato com a uréia, muito utilizada no balanceamento de suplementos concentrados, promove a quebra das ligações da molécula de uréia resultando na perda de nitrogênio na forma de amônia, sendo perceptiva pelo cheiro de amônia liberada durante o armazenamento (HARRIS, 2002).

Ultimamente, vem se empregando o uso de tratamento térmico ao grão de soja, visando à redução da degradabilidade de sua proteína no rúmen. Entretanto, a intensidade e duração do tratamento térmico podem acarretar uma proteção excessiva através da reação de Maillard, por vezes irreversível, mesmo nas condições ácidas do abomaso, causando assim menor aproveitamento pelo animal. Adicional benefício do tratamento térmico incluiu a destruição de inibidores da tripsina presentes no grão de soja, que compromete a utilização da fração protéica no trato gastrintestinal inferior, além de reduzir a atividade de lípases, resultando em melhor qualidade de armazenamento (SCOTT et al., 1991).

A moagem, geralmente realizada após o tratamento térmico, facilita o acesso dos micro-organismos ao substrato resultando numa maior disponibilidade dos ácidos graxos contido no grão.

Alguns testes de laboratório, entre os quais estão incluídos o de liberação de amônia *in vitro* e o teste de degradabilidade ruminal *in situ*, permitem avaliar o efeito da proteção da proteína do grão de soja proporcionada pelo processo de tostagem enquanto que a digestão *in vitro* com pepsina-pancreatina possibilita estimar a digestibilidade abomasal (reversão da proteção contra a degradação) e intestinal do grão de soja submetido a diferentes condições e graus de tratamento térmico.

2.5. Referências bibliográficas

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The Nutrient Requirements of Farm Livestock, Ruminants**. Technical Committee Agricultural Research Council, London, n.2, 1965. 264 p.

ALBERTINI, T.Z.; REZENDE, L.H.G.; SOUZA, A.R.D.L. et al. Indicadores internos na determinação da produção de matéria seca fecal em bovinos: Matéria seca, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido indigestíveis. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia – GO. **Anais...** Goiânia:SBZ, 2005 (CD-ROM).

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3063-3075, 1996.

ANUALPEC **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Prol, 2008. 380 p.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

BERCHIELLI, T.T.; MAURO, F.R.C.; FURLAN, C.L. et al. Avaliação de indicadores internos para determinação da digestibilidade da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza –CE. **Anais...** Fortaleza:SBZ, v.3, p.44-45, 1996.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas: Oesp Gráfica S/A, 2002.

CARVALHO, N. M. de; MÜHLBACH, P. R. F. Desempenho de vacas em lactação, recebendo grãos de soja crus ou tostados, na composição da dieta In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife - PE. **Anais...** Recife:SBZ, 2002, CD-Rom, 5p., 2002.

CARVALHO, N. M. **Utilização do grão tostado de soja (Glycine max.(L)Merril) na alimentação de vacas em lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 171p. 2001.

COATES, D.B.; SCHACHENMANN, P; JONES, R.J. Reliability of extrusa samples collected from steers fistulated at the oesophagus to estimate the diet of resident animals in grazing experiments. **Aust. Journal of Experimental Agriculture**, v.27, p.739-745, 1987.

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. In: CORSI, M. Pastagens. Piracicaba. **Anais...** FEALQ: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.69-85, 1999.

CQBAL, **Composição Química Brasileira de Alimentos**, <http://cqbal.agropecuaria.ws/webcqbal/index.php>. Acessado em 20 de dezembro de 2010.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F. ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.

DETMANN, E.; SOUZA, A. L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do vício de “tempo longo” de indicadores internos em ensaios de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.

DURÁN, H. Cambios tecnologicos e intensificasion en los sistemas pastoriles de produccion de leche em Uruguay. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1999. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, p.181-184, 1999.

FALDET, M.A.; SATTER, L.D. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3047-3054, 1991.

FONTANELI, R.S. Produção de leite a pasto. In: FÓRUM CATARINENSE SOBRE PRODUÇÃO DE RUMINANTES : ATIVIDADE LEITE, 2., Lages. 2001. **Anais...** Lages: CAV.UDESC : EPAGRI, p.40-59, 2001.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S. Cadeia forrageira para produção de leite no Rio Grande do Sul. In: SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE, Passo Fundo, 2000. **Anais...** Passo Fundo, p.59-84, 2000.

FONTANELI, R.S.; SOLLENBERGER, L.E; LITTELL, R.C. et al. Performance of lactating dairy cows managed on pasture-based or in freestall barn-feeding systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.88, n.3, p.1264-1276, 2005.

GOMES, I.P.O. Otimização da fermentação ruminal visando aumento na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.288-295, 2005.

HARRIS, B. FEEDING **Raw or Heat-treated Whole Soybeans to Dairy Cattle**. 2002. <http://edis.ifas.ufl.edu/ds154>. Data 15/12/10.

HEINEMANN, A. B.; FONTES A. J.; PACIULLO D. S. C.; ROSA B.; MACEDO R.; MOREIRA P.; AROEIRA, L. J. M. **Potencial produtivo e composição bromatológica de seis gramíneas forrageiras tropicais sob duas doses de nitrogênio e potássio**. Pasturas Tropicales, n.6, abril, 2005.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção Agrícola, 2009.

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K; PAULINO, P. V. R. Consumo, Degradabilidade Ruminal e Digestibilidade Aparente de Fenos de Gramíneas do Gênero Cynodon e Rações Concentradas Utilizando Indicadores Internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1024-1032, 2002.

KNAPP, D. M.; GRUMMER, R. R.; DENTINE, M. R. The response of lacting dairy cows to increasing levels of roasted soybeans. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2563-2572, 1991.

LIPPKE, H.; ELLIS, W.C.; Jacobs, B.F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.2, p.403-412, 1986.

MACOON, B.W.; SOLLENBERGER, L.E.; MOORE, J.E. et al. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. **Journal Animal Science**, v.81, p.2357-2366, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. Washington D.C.: National Academy, 2001. 381p.

OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and Internal Markers for Appraising Site and Extent of Digestion in Ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.

PAULINO, M.F.; MORAES, E. H. B. K. de; ZERVOUDAKIS, J. T. et al., Suplementação de novilhos mestiços recriados em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas: desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...Recife: SBZ, 2002a (CD-ROM)**. Nutrição de Ruminantes.

PAULINO, M.F.; MORAES, E. H. B. K.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ALEXANDRINO, E.; FIGUEIREDO, D. M. Terminação de novilhos mestiços leiteiros sob pastejo, no período das águas, recebendo suplementação com soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.1, p.154-158, 2006.

PEDDIE, J.; DEWAR, W.A.; GILBERT, A.B. et al. The use of titanium dioxide for determining apparent digestibility in mature domestic fowls (*Gallus domesticus*). **Journal of Agricultural Science**, v.99, p.233-263, 1982.

PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fiber. **Journal of Agricultural Science**, v.100, n.1, p.133-138, 1983.

PRATES, E.R.; PATIÑO, H. O.; BARCELLOS, J.O.J. Otimizando a utilização dos nutrientes da pastagem pode a utilização da energia da pastagem ser melhorada? In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais... Porto Alegre: SBZ, v.2, p.13-26, 1999**.

SALIBA, E.O.S. **Caracterização Química e Microscópica das Ligninas dos Resíduos Agrícolas de Milho e de Soja Expostas à Degradação Ruminal e seu Efeito sobre a Digestibilidade dos Carboidratos Estruturais**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 251p., 1998. Tese (Doutorado em Ciência Animal).

SATTER, L.D.; REIS, R.B. Milk production under confinement conditions. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais... Juiz de Fora: SBZ, p.194-230, 1997**.

SCOTT, T.A., COMBS, D.K., GRUMMER, R.R.. Effects of roasting, extrusion, and particle size on the feeding value of soybeans for dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.74, n.8, p.2255-2562, 1991.

SMITH, L.W. A review of the use of intrinsically ¹⁴C and rare earth-labeled neutral detergent fiber to estimate particle digestion and passage. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2123-2128, 1989.

STAPLES, C.R.; VAN HORN, H.H.; SOLLENBERGER, L.E. Grazing for lactating cows- A step ahead or two-steps back? In: DAIRY PRODUCTION CONFERENCE. 31., 1994, Gainesville. **Anais...** Gainesville: University of Florida, p.76-82, 1994.

TEIXEIRA, J.C. **Alimentação de bovinos leiteiros**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1997. 270p.

TICE, E.M.; EASTRIDGE M.L.; FIRKINS, J.L. Raw soybeans and roasted soybeans of different particles sizes. 1. Digestibility and utilization by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.76. p.224-235, 1993.

USDA, **United States Department of Agriculture**. Food and Drug Administration (FDA). Agricultural Production 2010, 2010.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 Ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994, p.476.

VILELA, D. Cadeia produtiva de bovinos de leite e estratégia para a produção sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande, 2004. p.213-227.

VILELA, D.; MATOS, L. L.; ALVIM, M. J.; MATIOLLI, J. B. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de Coastercross (*Cynodon dactylon*, L. Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1243-1249, 2003.

3. ARTIGO

3.1. Diferentes processamentos da soja na alimentação de vacas F1, em pastagem de capim-braquiária

Resumo: Objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, bem como a produção e composição do leite de vacas mestiças (Holandês x Gir) mantidas a pasto e suplementadas com cana e concentrado (28% de PB). Foram utilizadas cinco vacas com 150 ± 14 dias de lactação e produção média de $7,1 \pm 2,1$ kg/dia de leite, distribuídas em delineamento quadrado latino 5 x 5. Os tratamentos foram constituídos por dietas contendo soja que passou por diferentes processamentos e soja grão *in natura* sendo que, todos os animais receberam de forma completamente casualizada, um dos seguintes tratamentos: concentrado a base de farelo de soja (FS); concentrado a base de grão de soja (SGC); concentrado a base de grão de soja triturado (STC); concentrado a base de grão de soja tostado (SGT) e concentrado a base de grão de soja triturado e tostado (STT). Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHO) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados pela dieta, entretanto o consumo de extrato etéreo (EE) foi superior para os animais que receberam dietas com inclusão de soja em relação aos que receberam farelo de soja. As digestibilidades da MS, MO, FDN, PB e EE não diferiram, enquanto que a digestibilidade dos CHO foi alterada em função da dieta. A produção de leite corrigida diferiu entre os tratamentos, sendo que os animais do tratamento com SGC obtiveram a menor produção em relação aos dos demais tratamentos que não diferiram entre si. A composição do leite não variou independente da forma de utilização da soja. Portanto, o farelo de soja pode ser substituído pela soja grão triturada ou pela soja tostada, triturada ou não em dietas de vacas de baixa produção criadas em pastagem de *Brachiaria decumbens* sem que haja prejuízo na produção e composição do leite. Pode-se optar por estas matérias primas alternativas sempre que suas inclusões resultarem em menor custo da dieta.

Palavras-chave: alimentos alternativos, composição do leite, consumo, produção de leite

Dairy cows on pasture supplemented with processed or not soybean: milk production and composition

Abstract: The objective of this work was to evaluate the intake and digestibility of nutrients, as well as production and milk composition of crossbred cows (Holstein x Zebu) kept on pasture and supplemented with sugarcane and concentrated (28% CP). Five cows with 150 ± 14 days of lactation and average production of 7,1 ± 2,1 kg/day of milk were assigned in a Latin Square 5 x 5. The treatments were constituted of a diet control composed of soybean treated under different processing's and soya bean *in natura*, and all the animals received, in a casualized way, one of the following treatments: concentrated based on soybean meal (FS); concentrated based on raw soybean (SGC); concentrated based on raw ground soybean (STC); concentrated based on roasted soybean (SGT); and concentrate based on roasted soybean ground (STT). The intake of dry matter (MS), organic matter (MO), crude protein (PB) neutral detergent fiber (FDN), total carbohydrates (CHO) and total digestible nutrients (NDT) were not influenced by diet, however the intake of ether extract (EE) was higher for animals fed with diets with soybean added compared with those fed with soybean meal. The digestibility of MS, MO, FDN, PB and EE did not differ, whereas the digestibility of CHO was changed due to the diet. The corrected milk production differed between treatments, and treatment with raw soybean had the lowest milk production in relation to the other treatments that did not differ among themselves. Milk composition did not vary independently of the type of soybeans used. It is concluded therefore that the soybean meal can be replaced by soya bean crushed or by the roasted soybean, ground or not in diets of cows with low production in *Brachiaria decumbens* pastures with no loss in milk's production and composition. Therefore, it is recommended the use of these alternative feeds whenever they present a lower market price.

Keywords: alternative feeds, intake, milk composition, milk production

Introdução

Em qualquer sistema de produção animal, o princípio base que o rege é o equilíbrio entre a demanda e a oferta dos nutrientes, a fim de se obter o correto fornecimento desses nutrientes e redução na perda dos mesmos, com melhorias na eficiência de produção do sistema. Para uma completa avaliação do valor nutritivo dos alimentos, o consumo, digestão, absorção e metabolismo animal devem ser considerados, além da composição química.

A digestibilidade e o consumo são dois dos principais fatores que determinam a qualidade de um alimento, por meio dessas duas variáveis pode-se definir a qualidade da dieta, que está intimamente correlacionado com o consumo de energia. Assim, as estimativas de digestibilidade têm grande valor prático para a alimentação animal, tendo em vista que a digestão incompleta normalmente representa a maior perda no processo da utilização da energia consumida.

A técnica de determinação de digestibilidade pelo método de indicadores foi desenvolvida em função do inconveniente de se coletar o total de fezes excretado, sendo de grande utilidade na avaliação de alimentos, especialmente para animais em sistemas de pastejo. Vários são os tipos de indicadores utilizados em experimentos de avaliação de digestibilidade e consumo, mas a medição do consumo por animais a pasto continua sendo um dos maiores desafios das ciências zootécnicas.

A produção de leite é dependente do consumo de energia e proteína metabolizáveis os quais, são influenciados, tanto pela qualidade da forragem e interação da forragem com a população microbiana no rúmen, quanto pelos fatores relacionados aos animais e a outros nutrientes da dieta.

As forragens tropicais apresentam baixa digestibilidade e teor reduzido de proteína para atender as exigências de vacas em lactação e, mesmo na estação de crescimento, não fornecem nutrientes suficientes para altas produções de leite e elevadas taxas de ganho em peso. Por isso, a suplementação é uma alternativa eficiente para a melhoria do desempenho animal, devendo o tipo de suplementação considerar a época do ano, nível de produção, custos e alimentos disponíveis.

O suprimento com proteína em quantidade e qualidade, observando suas relações com os demais nutrientes dietéticos é muito importante, pois a proteína é um nutriente limitante em dietas para animais ruminantes, sendo as fontes protéicas os ingredientes mais onerosos na formulação de dietas para vacas lactantes, devido à sua elevada exigência e alto custo de fontes tradicionais como o farelo de soja.

Um dos alimentos utilizados em suplementação são a soja e seus derivados, por conter proteína com composição de aminoácidos razoavelmente balanceada. A soja é mais utilizada na alimentação de bovinos na forma de farelo, entretanto, tem-se observado aumento na utilização do grão de soja como fonte alternativa de suplementação protéica. Além disso, em função do conteúdo de gordura no grão, cerca de 19%, seu uso como componente de dietas para bovinos difundiu-se rapidamente.

A substituição do farelo de soja pelo grão pode promover aumento no teor de gordura e incremento na produção de leite, oferecendo vantagem econômica em relação aos suplementos formulados com o farelo, uma vez que possui menor preço de mercado. Segundo Tice et al. (1994), a tostagem da soja integral pode aumentar a digestibilidade dos ácidos graxos no trato intestinal de vacas em lactação e o uso da soja integral tostada promove aumento no teor de ácidos graxos poli-insaturados da gordura do leite, em relação aos animais alimentados com soja integral crua.

Objetivou-se com esse trabalho, avaliar o efeito dos diferentes processamentos do grão de soja sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas mestiças (Holandês X Gir), mantidas em pastagem de capim-braquiária.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Risoleta Neves (FERN), utilizada pelo convênio: Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no Campo das Vertentes de Minas Gerais, no município de São João Del Rei, que tem como coordenadas geográficas, 21° 08' 00" de latitude sul e 44° 15' 40" de longitude oeste e altitude de 898 metros, durante o período de agosto a novembro de 2009, que correspondeu a parte do período da seca, na região, naquele ano.

Utilizou-se uma área experimental com um hectare de pastagem de *Brachiaria decumbens*, provida de bebedouro de alvenaria com fluxo contínuo de água e cocho para fornecimento de mineral.

O experimento constou de cinco períodos de 14 dias cada. Os nove dias iniciais dos períodos corresponderam à fase de adaptação, e os cinco posteriores para coleta de amostras e dados.

Utilizou-se o delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, sendo composto de cinco animais, cinco tratamentos e cinco períodos experimentais, sendo que a cada período,

foi sorteado, a cada animal, completamente ao acaso, um dos seguintes tratamentos: concentrado a base de farelo de soja (FS); concentrado a base de grão de soja inteiro cru (SGC); concentrado a base de soja crua e triturada (STC); concentrado a base de grão de soja inteiro e tostado (SGT) e concentrado a base de soja triturada e tostada (STT). A tostagem da soja foi feita à temperatura de 100 °C durante o período de uma hora.

Foram utilizadas cinco vacas multíparas (Holandês-Gir) em lactação, com peso vivo médio de 499 ± 32 kg, período de lactação de 150 ± 14 dias e produção média de $7,1 \pm 2,1$ kg. Essas vacas permaneceram no pasto, e após as ordenhas, que ocorreram às 6:30h e 14:30h, receberam os respectivos concentrados na relação de 1 kg para cada 3 L de leite produzidos. Após a ordenha matinal foi fornecido somente o concentrado e após a ordenha da tarde foi fornecido o concentrado acrescido de 5 kg de volumoso suplementar (cana-de-açúcar fresca e picada). O fornecimento da cana visou evitar um super-pastejo da área de pastagem, além de simular uma situação comum em propriedades leiteiras, que é o fornecimento de cana no período da seca para animais de baixa produção sob pastejo em pasto de baixa qualidade.

As dietas foram formuladas em função das exigências produtivas dos animais e seguindo as recomendações do *National Research Council – NRC* (2001), sendo que foi fixado um teor de aproximadamente 28% de proteína bruta (PB) com base na matéria seca para os concentrados. Na Tabela 1, são mostradas as proporções dos ingredientes nos concentrados; a composição bromatológica dos concentrados e da cana de açúcar encontram-se na Tabela 2, enquanto a composição bromatológica do pasto pode ser visualizada na Tabelas 3.

Diariamente, foram registradas as quantidades de alimentos fornecidos e das sobras deixados por cada animal para estimativa do consumo. No momento da alimentação, durante todo o período experimental, foram feitas amostragens das dietas e das sobras. Também foram coletadas amostras de todos os ingredientes utilizados e de todos os concentrados durante o preparo das misturas, sendo que estas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para análises posteriores.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes utilizados nos concentrados experimentais, expressos na base de matéria natural

Ingredientes (%)	Concentrados ¹				
	FS	SGC	STC	SGT	STT
Milho	41,43	31,43	31,43	31,43	31,43
Farelo de Soja	55,71	-	-	-	-
Soja Grão Crua	-	65,71	-	-	-
Soja Grão Tostada	-	-	-	65,71	-
Soja Triturada Crua	-	-	65,71	-	-
Soja Triturada Tostada	-	-	-	-	65,71
Mineral	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86

¹FS - Concentrado a base de farelo de soja; SGC - concentrado a base de soja grão crua; STC - concentrado a base de soja grão triturada; SGT - concentrado a base de soja grão tostada; STT - concentrado a base de soja tostada e triturada.

Tabela 2 - Composição química, em percentagem da matéria seca, dos concentrados utilizados nas dietas experimentais e da cana de açúcar

Componentes ²	Concentrados ¹					CANA
	FS	SGC	STC	SGT	STT	
MS	89,75	87,99	87,99	88,12	88,12	29,52
MO	91,17	92,77	92,77	92,26	92,26	96,43
PB	28,18	28,81	28,81	27,99	27,99	2,72
FDN	19,71	31,49	31,49	31,69	31,69	46,45
FDNcp	16,70	26,70	26,70	27,02	27,02	38,50
FDA	7,52	23,24	23,24	19,81	19,81	27,12
EE	2,37	14,52	14,52	12,84	12,84	0,59
CNF	43,93	22,74	22,74	24,42	24,42	54,62
CHO	60,63	49,45	49,45	51,44	51,44	93,12

¹FS - Concentrado a base de farelo de soja; SGC - concentrado a base de soja grão crua; STC - concentrado a base de soja grão triturada; SGT - concentrado a base de soja grão tostada; STT - concentrado a base de soja tostada e triturada; CANA – cana-de-açúcar. ²MS - matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; FDN - fibra em detergente neutro; FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA - fibra em detergente ácido; EE - extrato etéreo; CNF - carboidratos não fibrosos; CHO carboidratos totais.

Tabela 3 - Composição química, em percentagem da matéria seca, do pasto durante os períodos experimentais

Nutrientes ²	Pasto ¹				
	P1	P2	P3	P4	P5
MS	50,40	49,48	59,38	52,38	44,46
MO	91,77	92,12	93,12	93,10	93,53
PB	6,04	6,76	8,40	6,97	6,76
FDN	72,59	72,87	71,80	71,44	71,81
FDNcp	68,36	68,21	68,30	66,46	67,03
FDA	42,00	44,84	43,31	42,43	42,63
EE	1,12	2,09	2,02	2,12	1,46
CNF	16,25	15,07	14,41	17,55	18,28
CHO	84,61	83,27	82,71	84,01	85,31

¹P1 - primeiro período experimental; P2 - segundo período experimental; P3 - terceiro período experimental; P4 - quarto período experimental; P5 - quinto período experimental. ²MS - Matéria seca; MO - matéria orgânica; PB - proteína bruta; FDN - fibra em detergente neutro; FDNcp - fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA - fibra em detergente ácido; EE - extrato etéreo; CNF - carboidratos não fibrosos e CHO - carboidratos totais.

As amostras foram levadas a estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72h e a matéria seca definitiva foi determinada em estufa a 105 °C. As análises de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) foram realizadas segundo as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). As avaliações de fibra em detergente neutro (FDN) seguiram os protocolos sugeridos por Mertens (2002). Os carboidratos totais foram calculados de acordo com Sniffen et al. (1992), pela fórmula: CHO (%MS) = 100 – [PB (%MS) + EE (%MS) + MM (%MS)].

Para cálculo da matéria seca fecal excretada, utilizou-se como indicador externo o óxido crômico (Cr₂O₃). O indicador foi pesado, 10g, embrulhado em papel filtro e administrado em dose única diária logo após a ordenha matinal, durante todo o experimento (SILVA & LEÃO, 1979).

A coleta de fezes foi realizada no primeiro, terceiro e quinto dias do período de coleta, sendo esta feita duas vezes ao dia, às 8h e às 16h, via reto, segundo técnica descrita por Leão (2002). Imediatamente após a coleta, as amostras de fezes foram acondicionadas em sacolas plásticas, identificadas e congeladas a -10°C. Posteriormente, as amostras de fezes foram compostas com base no peso seco ao ar, por tratamento e período, e analisadas quanto ao teor

de cromo, em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme método descrito por Willians et al. (1962). Para a determinação da produção fecal, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$PF = Of/COF$$

Em que:

PF = Produção fecal diária (gMS/dia);

Of = Óxido crômico oferecido (g/dia); e

COF = concentração de óxido crômico nas fezes (g/g MS)

Para a determinação do consumo de matéria seca, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme técnica adaptada de Cochran et al. (1986). Assim foi estabelecida a relação entre a ingestão diária do indicador e sua concentração nas fezes.

Para avaliação dos teores de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), os alimentos e fezes foram acondicionados em sacos de tecido não tecido (TNT 100) com dimensões de 4 x 5 cm, seguindo-se a relação de 20 mg de MS por centímetro quadrado de superfície (NOCEK, 1997).

Posteriormente, os sacos foram incubados por 240 horas (Casali et al., 2008) no rúmen de um vaca mestiça (Holandês × Gir) alimentada com dieta contendo, com base na MS, 70% de silagem de milho e 30% de concentrado (composto por fubá de milho, farelo de soja e mistura mineral). Após o período de incubação, os sacos foram retirados, lavados com água corrente até o total clareamento desta, submetidos à extração com detergente neutro (Mertens, 2002), em equipamento analisador de fibra Ankom200®, e lavados com água quente e acetona. Após esse tratamento, os sacos foram secos em estufa de ventilação forçada (60°C/72 horas) e em estufa não-ventilada (105 °C/45 minutos), acondicionados em dessecador (20 sacos por dessecador) e pesados (DETMANN et al., 2001).

Previamente ao processo de incubação, os sacos foram lavados em detergente neutro segundo Mertens (2002) e secos de forma similar ao procedimento descrito anteriormente para obtenção das taras.

A estimativa de consumo total por meio do indicador interno FDNi foi obtida pela seguinte fórmula:

$$CMS = [(PF \times IFZ) - ((CSP \times ISP) + (CC \times IPC)) / IFR] + CSP + CC$$

Em que:

CMS = consumo de MS (kg/dia);

PF = produção fecal (kg/dia);

IFZ = concentração do indicador presente nas fezes;

CSP = consumo de MS do suplemento (kg/dia);

ISP = concentração do indicador presente no suplemento;

CC = consumo de cana;

IPC = indicador presente na cana;

IFR = concentração do indicador presente na forragem.

A digestibilidade dos nutrientes foi calculada pela subtração da MS ingerida pela MS excretada dividida pela MS ingerida.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) dos suplementos foram estimados de acordo com Hall (2000): $CNF = 100 - [(\% PB \text{ total}) + (\% FDNcp) + \% EE + \% Cinzas]$.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo o NRC (2001):

$$NDT = PBD + (2,25 \times EED) + FDND + CNFD - 7$$

Em que:

PBD = proteína bruta digestível;

EED = extrato etéreo digestível;

FDND = fibra em detergente neutro digestível;

CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

A pesagem do leite foi feita no terceiro e quinto dias, enquanto as amostras de leite foram coletadas no quinto dia de coleta de cada período. Antes da coleta, o leite era homogeneizado e logo após, armazenado em recipiente com conservante (Bronopol®), na proporção de 2/3 durante a ordenha matinal e 1/3 na ordenha da tarde, sendo que as amostras da manhã eram colocadas sob refrigeração e no final do dia, misturadas com as amostras coletadas no período da tarde. Logo após a coleta, tais amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa Gado de Leite, integrante da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite – RBQL, em Juiz de Fora – MG, onde foram feitas as análises da composição química do leite.

A produção de leite foi corrigida para 4% de gordura utilizando a fórmula descrita no NRC (1989): $\text{kg de leite corrigido a 4\% de gordura} = 0,4 (\text{kg de leite}) + 15 (\text{kg de gordura no leite})$.

Para as análises estatísticas foi utilizado o SAS (2002), sendo que a análise de variância foi feita pelo método de quadrados mínimos (PROC GLM - Procedure General Linear Models) e as comparações entre tratamentos foram realizadas por intermédio do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A ingestão de matéria seca é um importante critério para avaliação de dietas, depende de uma série de fatores, incluindo peso vivo, nível de produção de leite, estágio de lactação, condições ambientais, fatores psicogênicos e de manejo, histórico de alimentação, condição corporal e qualidade dos ingredientes da ração, particularmente forragens.

O consumo de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais não foram influenciados ($P>0,05$) pelas diferentes formas de inclusão de soja nas dietas (Tabela 4). A ingestão de matéria seca foi de 9,43 kg ou 1,90% PV e de FDN 5,03 kg ou 1,02% PV. Estes consumos foram baixos e o consumo de FDN foi inferior ao relatado por Mertens (1994) de 1,2% PV como ideal para se obter um ótimo consumo de MS. Alguns fatores podem ter influenciado estes baixos consumos como os animais utilizados, de baixa produção e em terço final de lactação, o volumoso utilizado, que foi a pastagem de capim-braquiária em estágio avançado de maturidade e o volumoso suplementar, a cana-de-açúcar, de baixa qualidade. Ambos volumosos apresentaram um alto teor de FDN, que aliado à baixa digestibilidade da fibra destes alimentos, podem ter influenciado negativamente o consumo de matéria seca por causa de sua lenta liberação do rúmen e lenta velocidade de passagem através do trato digestivo. Além disso, de acordo com Oba & Allen (2003), o alto teor de fibra determina o enchimento do rúmen, o que limita a ingestão de matéria seca, e conseqüentemente, a produção de leite. Nas equações propostas por Mertens (1994) para estimar o consumo foram utilizados animais de alta produção e as dietas eram baseadas em ingredientes contendo fibras de boa digestibilidade, o que proporcionaram valores superiores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 4 – Consumos médios diários de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCHO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e variação no peso vivo dos animais em função das dietas experimentais e seus respectivos coeficientes de variação (CV%)

Variáveis	Concentrados ¹					CV (%)
	FS	SGC	STC	SGT	STT	
	Consumo (kg/dia)					
CMS	10,11	9,05	8,93	9,30	9,75	10,91
CMO	9,36	8,45	8,33	8,66	9,08	10,75
CNDT	6,68	6,14	6,06	6,17	6,49	11,44
CFDN	4,71	5,00	4,89	5,15	5,40	8,37
CHO	7,62	6,72	6,61	6,96	7,29	9,59
CPB	1,55	1,21	1,21	1,22	1,29	21,16
CEE	0,18 ^b	0,51 ^a	0,51 ^a	0,47 ^a	0,50 ^a	12,78
	Consumo (% do PV)					
CMS	2,04	1,83	1,80	1,88	1,97	11,01
CFDN	0,95	1,01	0,99	1,04	1,09	8,39

¹FS - Concentrado a base de farelo de soja ; SGC - concentrado a base de soja grão crua; STC - concentrado a base de soja grão triturada; SGT - concentrado a base de soja grão tostada; STT - concentrado a base de soja tostada e triturada. Médias na linha, seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Resultados semelhantes foram relatados por Carvalho (2001) e Corrêa (2007) ao avaliarem diferentes formas de fornecimento da soja na dieta de vacas de alta produção no terço inicial de lactação, utilizando a silagem como volumoso e não observaram diferenças no consumo de MS, entretanto obtiveram valores superiores, 3,03 e 3,33% PV, respectivamente. Da mesma forma, Duarte et al. (2005) não relataram diferenças no consumo de MS ao avaliarem diferentes fontes de lipídios na dieta de vacas em lactação, recebendo como volumoso a silagem e feno de alfafa picado, no entanto o valor médio observado de consumo foi muito superior, 4,52% PV pois se tratavam de animais de pequeno porte, da raça Jersey, de alta produção e em pico de lactação, recebendo 45% de concentrado. Em contrapartida, Costa (2008) e Vargas et al. (2002) ao avaliarem a inclusão de diferentes fontes de lipídios na dieta de vacas em fase de pico de lactação com produção superior a 20 kg/dia observaram redução no consumo de MS ao substituírem dietas a base de farelo de soja por soja grão.

Os animais submetidos aos tratamentos à base de grão de soja (SGC, STC, SGT e STT) apresentaram um maior consumo de EE ($P < 0,05$) em relação à dieta à base de farelo de soja, sendo estes consumos médios de 0,50 e 0,19 kg, respectivamente (Tabela 4). O grão de soja possui aproximadamente 39% e o farelo de soja 2% de lipídeos, o que propiciou um teor de gordura mais elevado às dietas compostas por grão de soja. Estas dietas apresentaram um teor médio de 4,62% ao passo que a dieta composta por farelo de soja apresentou 1,99% de EE, o que justifica o maior consumo de extrato etéreo nas dietas a base de soja grão embora o consumo de matéria seca não tenha variado entre os tratamentos.

A digestibilidade é um dos parâmetros mais importantes para avaliação do valor nutritivo de um alimento. O teor de gordura da dieta pode afetar a digestibilidade, promovendo uma barreira física que envolve a fibra e dificulta o ataque das bactérias ruminais sobre a fibra, além disso, quando fornecida em altas quantidades, geralmente acima de 7%, a gordura, principalmente se houver grande proporção de ácidos graxos insaturados pode ser tóxica aos micro-organismos ruminais.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro não foram afetados pelos diferentes processamentos da soja ($P > 0,05$), sendo estes coeficientes médios de 39,59; 44,34; 60,32; 54,12 (Tabela 5). As digestibilidades observadas estão abaixo das relatadas na literatura (Silva et al., 2009; Guidi et al., 2007), o que pode ser justificado por ter sido utilizado como volumoso capim-braquiária, em estágio avançado de maturidade e cana-de-açúcar, dois volumosos de baixa qualidade, com elevado teor de FDN, que associados a um baixo consumo de concentrado pelos animais, podem ter acarretado esta reduzida digestibilidade, ao passo que na grande maioria dos trabalhos publicados na literatura utiliza-se um volumoso de melhor qualidade, a silagem. Um outro fator que poderia causar redução na digestibilidade é a inclusão de lipídeos, entretanto, vale ressaltar que apesar da inclusão de soja grão na dieta dos animais, os teores de EE permaneceram dentro dos recomendados pela literatura e, portanto, possivelmente não afetaram a degradação da fibra.

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), carboidratos totais (DCHO), fibra em detergente neutro (DFDN), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (DEE) e seus respectivos coeficientes de variação, obtidos para as dietas experimentais

Coeficiente de digestibilidade	Dietas ¹					CV (%)
	FS	SGC	STC	SGT	STT	
DMS	46,02	36,44	36,06	37,82	41,59	13,50
DMO	49,78	41,55	41,27	43,13	45,97	10,62
DCHO	47,43 ^a	37,75 ^b	36,30 ^b	40,68 ^{ab}	42,26 ^{ab}	10,73
DFDN	35,87	34,89	34,49	37,84	37,38	18,58
DPB	66,36	55,69	60,38	56,01	62,88	10,76
DEE	51,02	54,36	55,24	54,87	55,44	17,99

¹FS - Concentrado a base de farelo de soja ; SGC - concentrado a base de soja grão crua; STC - concentrado a base de soja grão triturada; SGT - concentrado a base de soja grão tostada; STT - concentrado a base de soja tostada e triturada. Médias na linha, seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Resultados semelhantes embora superiores foram observados por Corrêa (2007) que não observou diferença entre as digestibilidades da MS, MO, PB, EE e FDN ao substituir o farelo de soja por diferentes processamentos da soja em dietas de vacas de alta produção recebendo como volumoso a silagem de milho, sendo os valores médios observados de 67,16; 71,88; 71,15; 85,18; 53,40 %, respectivamente.

O coeficiente de digestibilidade dos carboidratos totais (DCHO) foi influenciado pela dieta (P<0,05), sendo superior na dieta a base de farelo de soja em relação às dietas a base de soja grão crua e triturada (Tabela 5). Esta digestibilidade superior da dieta a base de farelo de soja pode ser explicada pelo fato desta dieta apresentar um menor teor de fibra em detergente neutro e um maior teor de carboidratos não fibrosos, o que pode ter propiciado uma maior degradação da fibra. Resultado semelhante foi observado por Costa (2008) que observou redução na digestibilidade dos carboidratos totais ao substituir o farelo de soja por soja grão em dietas de vacas de alta produção, utilizando a silagem de milho como volumoso.

O fornecimento de soja grão na dieta de vacas em lactação pode afetar tanto a produção quanto a composição do leite por apresentarem um teor mais elevado de gordura. As dietas apresentaram um teor de lipídio inferior à inclusão máxima sugerida (5 a 7% dependendo da categoria e produção animal) (Palmquist & Mattos, 2006), sem que haja prejuízo na utilização dos alimentos pelos bovinos, sendo que as dietas compostas por grão de

soja apresentam um maior teor de lipídios de 4,62% ao passo que a dieta composta por farelo de soja apresentou 1,99% de EE.

Os animais submetidos ao tratamento STT apresentaram maior produção de leite e de leite corrigido em relação ao tratamento SGC, que também foi inferior ao tratamento FS em relação à produção de leite ($P < 0,05$) (Tabela 6). Este fato pode estar relacionado ao consumo de MS; embora não tenha variado entre os tratamentos, o consumo de matéria seca da dieta com soja grão crua foi inferior, que aliado à menor digestibilidade numérica da MS neste tratamento pode ter acarretado a menor produção dos animais submetidos a este tratamento.

Tabela 6 - Desempenho lactacional e composição química do leite das vacas alimentadas com diferentes dietas experimentais

Variáveis ³	Dietas ¹					CV ² (%)
	FS	SGC	STC	SGT	STT	
PL (kg/dia)	7,79 ^a	6,07 ^b	6,70 ^{ab}	6,98 ^{ab}	7,98 ^a	10,75
PLC (kg/dia)	6,72 ^{ab}	5,32 ^b	6,00 ^{ab}	6,35 ^{ab}	7,08 ^a	12,23
Gordura (%)	3,10	3,20	3,15	3,24	3,16	15,72
Proteína (%)	2,79	2,80	2,72	2,69	2,73	4,90
Lactose (%)	4,55	4,49	4,51	4,55	4,54	1,61
ES (%)	11,37	11,13	11,35	11,42	11,31	4,29
ESD (%)	8,27	8,20	8,14	8,17	8,21	1,83

¹FS - Concentrado a base de farelo de soja ; SGC - concentrado a base de soja grão crua; STC - concentrado a base de soja grão triturada; SGT - concentrado a base de soja grão tostada; STT - concentrado a base de soja tostada e triturada; ²CV = coeficiente de variação; ³PL = produção de leite; PLC = produção de leite corrigido para 4% de gordura; ES = sólidos totais; ESD = sólidos totais desengordurados. Médias na linha, seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados semelhantes foram observados por Mora et al. (1996), que verificaram redução na produção de leite corrigido para 4% das vacas alimentadas com ração contendo 45% de grão de soja no concentrado em relação à dieta com farelo de soja, sendo que esta redução relatada pelos autores foi da ordem de 17,7%. Rabelo et al. (1996) também relataram redução na produção de leite corrigida para 4% de gordura ao adicionarem grão de soja na dieta.

Entretanto, Carvalho (2001) trabalhou com a substituição da soja grão crua e soja tostada no concentrado comercial e no concentrado a base de farelo de soja e não observou diferenças na produção de leite corrigida. Da mesma forma, Corrêa (2007) ao trabalhar com a substituição do farelo de soja por soja crua, soja tostada, e farelo de soja + 5% de uréia na

dieta de vacas de alta produção, também não observou diferença na produção de leite. Trabalhando com a inclusão lipídios (grão de soja e óleo de soja) em substituição do farelo de soja na dieta de vacas em lactação Vargas et al. (2002) não observaram diferença na produção de leite corrigida.

A composição do leite não foi afetada pelas dietas ($P>0,05$) (Tabela 6). Os teores médios de proteína, gordura, lactose, ES e ESD foram de 2,75, 3,14, 4,53, 11,32 e 8,20%. Uma possível explicação seria a baixa produção dos animais utilizados associado ao avançado período lactacional, à baixa qualidade do volumoso ofertado (a braquiária em estágio avançado de maturidade e a cana de açúcar) que representou a maior parte do consumo e o baixo consumo de concentrado.

Dentre os componentes do leite, o teor de gordura é o componente mais fácil de ser alterado pela dieta, já os sólidos totais do leite são componentes mais difíceis de alterar mediante manejo alimentar. A lactose praticamente não se altera em função da dieta, pois é osmoticamente ativa, desta forma, a quantidade de leite será tanto mais elevada, quanto maior for a quantidade de lactose contida nas células epiteliais secretoras. Isto se deve ao fato de a lactose estar relacionada com a mobilização de água pela célula secretora para que ocorra o equilíbrio osmótico entre o meio extracelular e o intracelular.

Este resultado encontra-se em concordância com Santos et al. (2001); Barnabé et al. (2007) e Corrêa (2007) que avaliaram a soja em diferentes formas, nas dietas de vacas em lactação e, também não registraram efeito significativo na composição do leite. Por outro lado, Vilela et al. (2003) observaram aumento no teor de gordura do leite ao substituir farelo de soja por soja grão tostada em dietas de vacas de alta produção. Segundo os mesmos autores, o acréscimo no teor de gordura deve-se ao fato de que a tostagem da soja integral aumenta a digestibilidade dos ácidos graxos no trato intestinal de vacas em lactação e o uso da soja integral tostada tendeu a elevar o teor de ácidos graxos poli-insaturados da gordura do leite, em relação aos animais que receberam farelo de soja.

Conclusões

O farelo de soja pode ser substituído pela soja grão triturada ou pela soja tostada, triturada ou não, em dietas de vacas de baixa produção em pastagem de *Brachiaria decumbens*, sem que haja prejuízo na produção e composição do leite. Assim, pode-se optar pelo uso destas matérias primas alternativas sempre que suas inclusões resultarem em menor custo com a dieta.

Referências Bibliográficas

- BARNABÉ, E. C.; SANTOS, F. A. P., MACHADO, C. M. Fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais para vacas em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 29, n.2, p.209-216, 2007.
- CARVALHO, N. M. **Utilização do grão tostado de soja (Glycine max.(L)Merril) na alimentação de vacas em lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 171p., 2001.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 335-342, 2008.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- CORRÊA, A. M. V. **Utilização da soja em diferentes formas na alimentação de vacas leiteiras**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais – UFV, 2007. 149p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- COSTA, M. G. **Rações com diferentes fontes de gordura para vacas em lactação**. Viçosa, MG: UFV, 2008. 140p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F. ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços suplementados a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DUARTE, L. M.; JUNIOR STUMPF, W.; FISCHER, V. Efeito de Diferentes Fontes de Gordura na Dieta de Vacas Jersey sobre o Consumo, a Produção e a Composição do Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2020-2028, 2005.
- GUIDI, M. T.; SANTOS, F. A. P.; BITTAR, C. M. M. et al. Efeito de fontes e teores de proteína sobre a digestibilidade de nutrientes e desempenho de vacas em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.3, p.325-331, 2007.
- HALL, M.B. Neutral detergent-soluble carbohydrates, nutritional relevance and analysis. **A laboratory manual**. Florida: University of Florida, 2000. 42p. (Bulletin 339).
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. 57p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MORA, P.J.G., LEÃO, M.I., VALADARES FILHO, S.C. et al. Grão de soja em rações para vacas lactantes: Consumo dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2369-381, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.rev.ed. Washinton, D.C.: 1989. 157p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th rev. ed. Washington D.C.: National Academy , 2001. 381p.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed.) **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: FAEPE, 1997. p.197-240.

OBA, M., ALLEN, M.S. Effects of corn grain gain conservation method on feeding behavior and productivity of lacting cows at two dietary starch concentrations. **Journal of Dairy Science**, v.86, p. 174-183, 2003.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. Cap.10, p.287-310.

RABELLO, T.M., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Grão de soja moído na alimentação de vacas em lactação. I. Consumos, produção e composição do leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n.2, p.345-356, 1996.

SANTOS, F.L.; LANA, R.P.; SILVA, M.T.C. et al. Produção e Composição do Leite de Vacas Submetidas a Dietas Contendo Diferentes Níveis e Formas de Suplementação de Lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1376-1380, 2001.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, C. V.; LANA, R. P.; CAMPOS, J. M. S. et al. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1372-1380, 2009.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. 1979. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres. 380p.

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **SAS/STAT user's guide** (Release 8.2). Cary, N. C.: 2002. (CD-ROM).

TICE, E.M.; EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J. L. **Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes.¹Digestibility and utilization by lactating cows.** Journal of Dairy Science, v.76, n.1 p. 224-235, 1993.

VARGAS, L. H.; LANA, R. P.; JHAM, G. N. Adição de lipídios na dieta de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.522-529, 2002.

VILELA, D.; MATOS, L. L.; ALVIM, M. J.; MATIOLLI, J. B. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de Coastcross (*Cynodon dactylon*, L. Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p. 1243-1249, 2003.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D. J.; ILSMAA, O. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometers. **Journal Agriculture Science**, v.59, n.1, p.381-385, 1962.

4. CONCLUSÕES GERAIS

O farelo de soja pode ser substituído pela soja grão triturada ou pela soja tostada, triturada ou não em dietas de vacas de baixa produção em pastagem de *Brachiaria decumbens* sem que haja prejuízo na produção e composição do leite. Assim, recomenda-se o uso destas matérias primas alternativas sempre que apresentarem um menor preço de mercado em relação ao farelo de soja.